

УДК 338.363:330.4
UDC 338.363:330.4

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ С УЧЕТОМ
ВОЗМОЖНОСТЕЙ MES-СИСТЕМ**

**THEORETICAL FOUNDATIONS OF OPTIMIZATION OF THE
PRODUCTION PROGRAM TAKING INTO ACCOUNT
THE CAPABILITIES OF MES SYSTEMS**

Костюкевич Е. Н.
Kostyukevich E. N.

Белорусский национальный технический университет
Belarusian National Technical University

Рассмотрены методы поиска оптимальной производственной программы предприятия на основе различных критериев маржинальности. Обозначены возможности MES систем автоматизации процесса поиска оптимальной производственной программы на производственных предприятиях.

The methods of searching for the optimal production program of the enterprise based on various marginality criteria are considered. The possibilities of MES systems for automating the process of finding the optimal production program at manufacturing enterprises are indicated.

Устойчивое финансовое состояние промышленного предприятия, действующего в конкурентной экономике, может быть обеспечено при условии выпуска продукции, соответствующей динамично меняющемуся спросу потребителей. Обеспечить это соответствие можно только на основе эффективного планирования производственной программы. Производственная программа (далее ПП) – это комплексное задание по выпуску и реализации продукции определенного ассортимента и качества в натуральных и стоимостных показателях, ориентированных на достижение целей предприятия. Планирование ПП должно основываться на точных, своевременных и экономически обоснованных расчетах технико-экономических показателей работы предприятия. При проведении расчетов необходимы фундаментальные и прикладные исследования, а также применение эффективных информационных систем. Это позволяет предприятию хорошо ориентироваться в

ходе и перспективах технико-экономического развития производства, иначе оно может безнадежно отстать от конкурентов и не соответствовать конъюнктуре рынка. Кроме того производственная программа является основным разделом плана предприятия. Все другие разделы плана разрабатываются в соответствии с ПП и направлены на обеспечение ее реализации в установленные сроки и при наименьших затратах.

В экономической литературе подробно изложены математические оптимизационные методы и инструментальные средства поиска оптимальной производственной программы предприятия. В частности, предложены агрегированная математическая модель и модель с учетом альтернативных технологических маршрутов и «узкого места», методика определения объемно-календарных нормативов на новую продукцию на основе накопленной статистики по освоенным изделиям. Обозначены способы автоматизации процесса поиска оптимальной производственной программы на производственных предприятиях.

Важное место при разработке ПП и ее реализации имеет оптимизация структуры выпускаемой продукции. Выбор оптимальной ПП должен основываться в первую очередь на знании спроса на конкретные виды товаров и услуг. Спрос в данном вопросе выступает ограничением, которое определяется внешней средой и которое в обязательном порядке следует учитывать при разработке ПП.

ПП должна соответствовать ресурсам предприятия, учитывать его объективные возможности. Внутренними ограничениями, учитываемыми при решении задач оптимизации ПП, обычно считаются: 1) производственные мощности (пропускные способности оборудования, площадей); 2) финансовые ресурсы; 3) дефицитные материалы; 4) трудовые ресурсы. Основным ресурсом, определяющим возможности по выпуску продукции, является производственное оборудование. Поэтому важнейшим этапом разработки ПП предприятия является обоснование планируемых объемов выпуска продукции производственной мощностью оптимизационного. Задача расчета ПП носит оптимизационный характер и заключается в поиске такого варианта плана, который при использовании имеющихся ресурсов обеспечивает максимальный доход либо минимум затрат. На практике выбирается один или несколько критериев, которые в наибольшей степени отвечают конкретным условиям и задачам производства.

В случае использования нескольких критериев полученные оптимальные решения сравниваются и выбирается окончательный вариант ПП.

Одним из основных критерием оптимальности, зависящим от объема производства, ассортимента продукции, является маржинальная прибыль. Выделяют следующие показатели: 1) маржинальная прибыль на единицу

продукции; 2) маргинальная прибыль на единицу общей трудоемкости продукции; 3) маргинальная прибыль на единицу трудоемкости узкого места в маршруте производства; 4) отношение маргинальной прибыли на единицу общей трудоемкости продукции к ее общей трудоемкости.

Пусть P_r – цена реализации продукции, C – себестоимость, тогда $MP = (P_r - C)$ есть «маргинальная прибыль на единицу продукции».

TL – общая трудоемкость производства единицы продукции, тогда «маргинальная прибыль на единицу общей трудоемкости продукции» равна $MPUTL = (P_r - C) / TL$. Данный показатель описывает доходность работы основных рабочих при производстве соответствующей продукции.

Пусть LB – трудоемкость производства продукции на ограниченном ресурсе. Ограниченный ресурс есть «узкое место». Тогда «маргинальная прибыль на единицу трудоемкости обработки на «узком месте» будет такой: $MPBn = (P_r - C) / LB$. Это методика оптимизации по «пропускной калькуляции». Она применяется в условиях ограниченной производительности отдельных производственных участков или оборудования. Основная цель построения пропускной калькуляции – определить, выпуск какой продукции позволит «провести» через узкое место в технологическом цикле наибольшую маргинальную прибыль. В качестве ограниченного ресурса могут выступать показатели производительности труда, времени работы производственного оборудования, пропускной способности отдельных цехов и т.д. ПП должна быть составлена таким образом, чтобы продукция, у которой отношение маргинальной прибыли к ограниченному ресурсу наибольшее, производилась в первую очередь. Применение вышеописанных показателей для оптимизации ПП не всегда могут дать объективные результаты. Показатель $MPRBnTL$ – «отношение маргинальной прибыли на единицу общей трудоемкости продукции к трудоемкости выпуска одного изделия» лучше отражает роль продукции в формировании маргинальной прибыли от реализации. Данный показатель представляет вид: $MPRBnTL = (P_r - C) / TL$.

Для оценки эффективности использования производственных мощностей и управления ассортиментом выпускаемой продукции необходимо разработать алгоритм последовательности формирования ПП (рис. 1).

Укрупненно можно выделить три основных этапа составления ПП: 1) оценка трудоемкости ПП и сопоставление с имеющимися ресурсами; 2) расчет маргинальной прибыли по видам продукции; 3) анализ маргинальной прибыли и трудоемкости. Остановимся подробнее на перечисленных этапах формирования ПП. Трудоемкость ПП рассчитывается на основании плана продаж на предстоящий планово-учетный период с учетом доступных складских остатков готовой продукции и минимальных страховых запасов. После того как спланировано количество изделий, которое предстоит произвести, выполняется пересчет ПП в единицы трудоемкости.

Время, необходимое для выпуска изделия, рассчитывается на основании конструкторско-технологической информации.

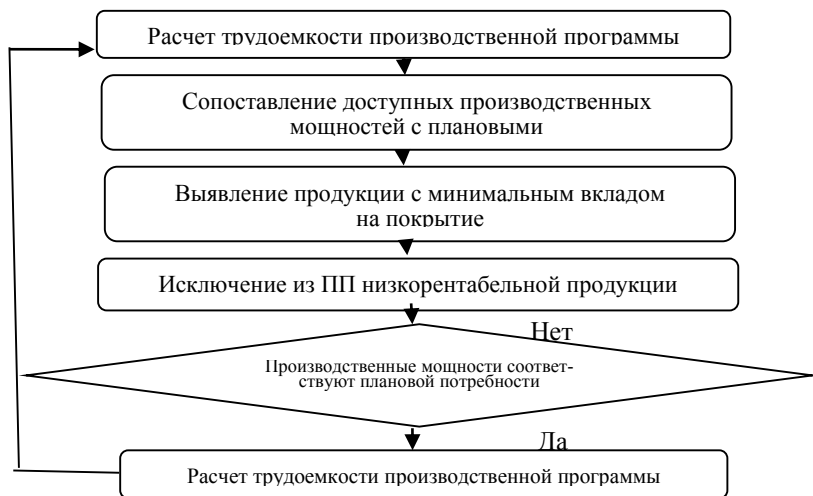


Рис. 1. Алгоритм формирования оптимальной производственной программы

Следующий шаг – сравнение плановой потребности в трудовых ресурсах и в том числе включает сверхурочные работы и выходные дни. Это позволяет оценить способность компании выполнить поставленный план. ПП корректируется на основании такого показателя, как маржинальная прибыль. Другими словами, из ПП исключаются изделия с наименьшей маржинальной прибылью, приходящейся на одну единицу оценки трудоемкости. При исключении из ПП продукции можно применять все критерии, которые предложены выше.

MES-системы позволяют оптимизировать производство и сделать его более рентабельным за счет быстрой реакции на происходящие события и применения математических методов компенсации отклонений от плановых заданий.

MES-системы, собирая и обобщая данные, полученные от различных производственных систем и технологических линий, выводят на более высокий уровень организацию всей деятельности предприятия, начиная от формирования заказа и заканчивая отгрузкой готовой продукции на склады. Они также реализуют связь в реальном времени производственных процессов с бизнес-процессами и улучшают финансовые показатели компании

(cash flow), включая повышение отдачи основных фондов, ускорение оборота денежных средств, снижение себестоимости, своевременность поставок, повышение размера прибыли и производительности.

Кроме того, эти системы формируют данные о текущих показателях (в частности, о реальной себестоимости продукции), необходимых для более качественного функционирования ERP-систем.

Таким образом, MES – это связующее звено между ориентированными на финансово-хозяйственные операции ERP-системами и оперативной деятельностью предприятия на уровне цеха, участка или линии.

Для определения оптимальной ПП применяются методы линейного программирования. Современные корпоративные информационные системы (КИС) имеют в своем арсенале мощные инструменты расчета, оптимизации параметров производства, инструменты и методы управления производством в режиме реального времени (рис. 2).

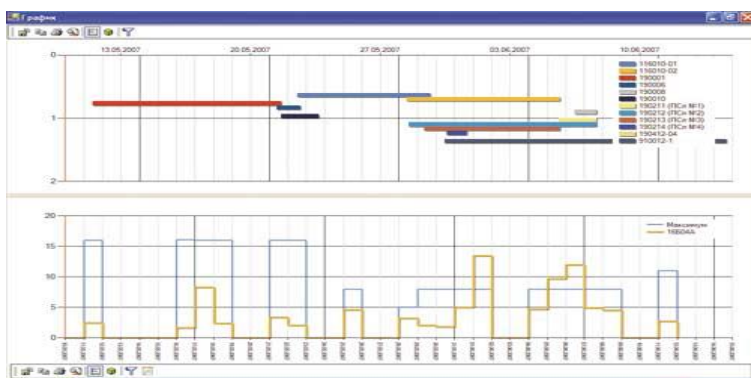


Рис. 2. График моделирования загрузки оборудования в текущем времени

Используя данные уровней планирования и контроля, MES-системы управляют текущей производственной деятельностью в соответствии с поступающими заказами, требованиями конструкторской и технологической документации, актуальным состоянием оборудования, преследуя при этом цели максимальной эффективности и минимальной стоимости выполнения производственных процессов.

MES-системы позволяют оптимизировать производство и сделать его более рентабельным за счет быстрой реакции на происходящие события и применения математических методов компенсации отклонений от плановых заданий.

SAP Production Planning and Detailed Scheduling предлагает решения по производственному планированию и оптимизации планов производства. SAP Production Planning является одним из ключевых модулей в ERP

и занимается процессами планирования, такими как планирование мощностей, планирование материалов, выполнение производственного заказа, ведомость материалов и перемещение материала. Модуль SAP PP обрабатывает основные данные, необходимые для операции спецификаций, рабочего центра и маршрутизации, и хранит их в отдельном компоненте.

Подмодули SAP PP варьируются в зависимости от типа отрасли, такой как дискретное производство, серийное производство или производственные отрасли. Дискретное производство – это отрасль, в которой производимые материалы меняются с каждой партией, а затраты рассчитываются по заказам и партиям. При серийном производстве продукт не меняется в течение более-менее длительного периода времени.

Таким образом для расчета оптимальной ПП на предприятии необходимы следующие данные: 1) список номенклатуры продукции; 2) средняя или минимальная цена реализации по всем заключенным договорам на период планирования; 3) плановая калькуляция себестоимости по каждой продукции; 4) план продаж на основе подтвержденных и прогнозных заказов покупателей или прогноз продаж на основе анализа рынка, скорректированного на складские остатки и страховой запас; 5) данные по количеству рабочих смен на период планирования по каждому рабочему месту конкретного участка; 6) список однозначно используемых технологических маршрутов производства для каждой продукции на период планирования; 7) нормы выработки продукции по каждому рабочему месту на рабочую смену из используемых технологических маршрутов производства.

Литература

1. Костюков, В. Д. Контрольные показатели бизнес-процессов машиностроительного предприятия: матер. 7-й Междунар. конференции / В. Д. Костюков // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM–2007) / В. Д. Костюков, А. И. Островерх; под ред. Е. И. Артамонова. – М.: Ин-т проблем управления РАН, 2007. – С. 173–177.
2. Куприянов, Ю. В. Как оптимизировать производственный план / Ю. В. Куприянов, М. А. Галдин // Финансовый директор. – 2006. – № 5. – С. 10–14.
3. Панюков, А. В. Подходы к формированию производственной программы для предприятий с дискретным механосборочным типом производства / А. В. Пантюков, В. А. Телегин // Вестник Пермского университета, вып. 4. – 2011. – № 11.